

Ralph Stelzer · Karl-Heinrich Grote · Klaus Brökel
Frank Rieg · Jörg Feldhusen (Hrsg.)

ENTWERFEN ENTWICKELN ERLEBEN

Methoden und Werkzeuge in der Produktentwicklung



**10. Gemeinsames Kolloquium Konstruktionstechnik
KT2012 | Residenzschloss Dresden | 14.–15. Juni 2012**

Stelzer · Grote · Brökel · Rieg · Feldhusen (Hrsg.)

ENTWERFEN ENTWICKELN ERLEBEN

Methoden und Werkzeuge in der Produktentwicklung

10. Gemeinsames Kolloquium Konstruktionstechnik KT2012

Ralph Stelzer · Karl-Heinrich Grote · Klaus Brökel
Frank Rieg · Jörg Feldhusen (Hrsg.)

ENTWERFEN ENTWICKELN ERLEBEN

Methoden und Werkzeuge in der Produktentwicklung

Entwickeln – Entwerfen – Erleben.
Methoden und Werkzeuge in der Produktentwicklung
10. Gemeinsames Kolloquium Konstruktionstechnik (KT2012)

Herausgeber:

Prof. Dr. Ralph Stelzer (Technische Universität Dresden)
Prof. Dr. Karl-Heinrich Grote (Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg)
Prof. Dr. Klaus Brökel (Universität Rostock)
Prof. Dr. Frank Rieg (Universität Bayreuth)
Prof. Dr. Jörg Feldhusen (RWTH Aachen)

Wir bedanken uns für die Unterstützung bei
ma design, Tedata, Continental, xPLM, B.I.M. Consulting und Reiss Büromöbel

ma design
//ENGINEERING

Continental 

B.I.M.
consulting

TEDATA

xPLM
Solution

REISS

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek
Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der
Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind
im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Bibliographic information published by the Deutsche Nationalbibliothek
The Deutsche Nationalbibliothek lists this publication in the Deutsche
Nationalbibliografie; detailed bibliographic data are available in the
Internet at <http://dnb.d-nb.de>.

ISBN 987-3-942710-80-0

© 2012 TUDpress
Verlag der Wissenschaften GmbH
Bergstr. 70 | D-01069 Dresden
Tel.: 0351/47 96 97 20 | Fax: 0351/47 96 08 19
<http://www.tudpress.de>

Alle Rechte vorbehalten. All rights reserved.
Layout und Satz: Sandra Olbrich/Technische Universität Dresden.
Umschlaggestaltung: TU Dresden, Illustration Audi A6 Limousine © 2012 Audi AG

Modellierungsmethoden für die Prozessplanung

Einführung

Die aktuelle Situation in der Produktentwicklung ist durch zunehmend dynamische und komplexe Aufgabenstellungen gekennzeichnet. Die Entwicklung eines Produktes ist kein linearer Prozess, der kontinuierlich über klar definierte Schritte zum Ziel geführt wird. Nur wenige Produkte werden neu konstruiert, meist handelt es sich dabei aber um Anpassungs-, Änderungs- oder Variantenkonstruktionen (Vajna 1982, Pahl & Beitz 1986). Ein weiterer Aspekt bei der Entwicklung ist, dass die dort verwendeten Prozesse schnell und ohne großen Aufwand in Prozessmanagementwerkzeuge eingebunden werden müssen. Diese Werkzeuge wiederum verwenden verschiedene Modellierungsansätze, wie z.B. die Netzplantechnik, die Design Structure Matrix (DSM) und die Containermodellierung. Gegenstand dieses Beitrages ist es, diese verschiedenen Ansätze zu analysieren und ihre Vor- bzw. Nachteile aufzuzeigen. Dabei hat sich herausgestellt, dass es vorteilhaft ist, eine Kombination der zuvor genannten Methoden zu verwenden. Des Weiteren werden auch die Schnittstellen von BPMN, DSM und Containermodellierung näher beleuchtet.

1 Grundlegende Definitionen

1.1 Definition Prozess

Da es verschiedene Möglichkeiten gibt, einen Prozess zu definieren, werden nachfolgend kurz verschiedene Definitionen aus der Literatur erläutert und der für diesen Beitrag relevante Begriff des Prozesses präsentiert. Eine allgemein übliche Definition eines Prozesses ist die eng zusammenhängende, gegenseitig abhängige Folge von Aktionen. Diese Aktionen wiederum führen zu bestimmten Ergebnissen, und zu ihrer Ausführung sind Ressourcen, Werkzeuge und Methoden notwendig (Miller 1994, Harrington 1991)).

Nach Saatkamp (2002) ist ein Prozess »ein Vorgang, der einen messbaren Input in einen messbaren Output verwandelt; besteht aus Teilprozessen und letztlich Arbeitsschritten, die in einem sach- und zeitlogischen inneren Zusammenhang stehen; ist wertschöpfend, d. h. durch die Arbeitsschritte wird ein Mehrwert für das Unternehmen geschaffen; ist repetitiv, d. h. er wird mit ähnlichen Inputs und ähnlichen Arbeitsschritten in einer bestimmten Wiederholrate durchgeführt; ist zielorientiert, d. h. Zweck des Prozesses ist die Verwirklichung von sachlichen, formalen, sozialen oder ökologischen Zielen.«

In diesem Beitrag wird ein Prozess als eine Folge bestimmter Aktivitäten verstanden, die schrittweise in einer bestimmten Reihenfolge zum Erreichen eines Zieles ausgeführt werden. Ein wichtiger Unterschied zum Projekt ist, dass ein Prozess mehrmals durchlaufen werden kann, Bestandteil eines anderen übergeordneten Prozesses sein kann bzw. andere Teilprozesse enthalten kann (Abbildung 1).

1.2 Definition Modell

Die Einführung von Modellen ist immer dann geboten, wenn es gilt, komplizierte Sachverhalte einfacher darzustellen oder bekanntes und unbekanntes Teilwissen modellhaft zusammenzufügen. Weiterhin entstehen diese bei der schrittweisen Entwicklung von Theorien und Verbesserung von Ergebnissen (Kocsondi 1976). Es gibt zwei Hauptgründe, Prozessmodelle zu verwenden (Staud 2006):

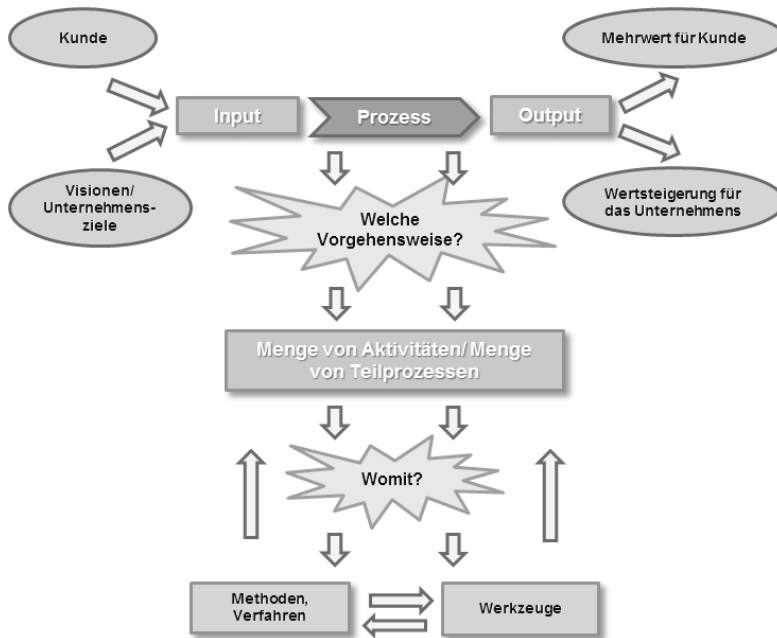


Abbildung 1: Bestandteile eines Prozesses (Schabacker 2001)

- Zunehmende Komplexität der Prozesse in der Produktentwicklung, um eine systematische Ordnung in den Prozessabläufen zu erzielen.
- Erforderliche Softwareunterstützung bei der Modellierung von Prozessen in der Produktentwicklung, die die Realität der Prozessabläufe nahezu widerspiegeln soll.

Das Modell beruht auf der Abstraktion, dass in einer vorgegebenen Zeit nur bestimmte hervorgehobene Eigenschaften des Prozesses berücksichtigt werden, jedoch unwesentlich erachtete Merkmale vernachlässigt werden. Die drei wichtigsten Merkmale des Prozesses sind die Elemente, deren Eigenschaften und die zwischen den beiden auftretenden Beziehungen (Precht & Burkard 2008).

Für das Modell sollen nur Informationen zur Verfügung stehen, die auch für spätere Prozesssimulationen und -optimierungen relevant sind. Dagegen werden die Informationen vernachlässigt, die das Prozessverständnis erschweren oder unmöglich machen. Die Struktur des Modells soll im Gegensatz zum realen Prozess einfacher sein, allerdings müssen die erhobenen Informationen im realen Prozess implementierbar sein.

1.3 Prozessmodell

Ein Prozessmodell ist ein auf der Beschreibung und Modellierung in Form von Prozessen basierendes Vorgehensmodell zur effizienten Bearbeitung von Aufgabenbereichen, die sich aus einer Vielzahl von in Wechselbeziehung oder Wechselwirkung stehenden Einzeltätigkeiten zusammensetzen (Motyel 2006).

Ein Prozessmodell ist naturgemäß die Basis für das Prozessmanagement. Die Minimalanforderung an ein Prozessmodell besteht darin, dass die einzelnen Prozessschritte (häufig als Prozessfunktionen bezeichnet) in ihrer logischen Reihenfolge beschrieben, mit ihren Abhängigkeiten dargestellt und dazu die Ergebnisse einer Prozessfunktion (»Output«) und die Voraussetzungen für ihre Durchführung (Input) aufgelistet sind. In Verbindung mit der Abgrenzung des Prozessmodells zeigt die Input-/Output-Betrachtung auch die Schnittstellen zu anderen Prozessen und/oder einzelnen Support-Funktionen auf (Freisleben 2001, Bullinger et al. 2009).

2 Angewandte Modellierungsmethoden bei Produktentwicklungsprozessen

Zur Beschreibung der Produktentwicklungsprozesse gibt es mehrere Möglichkeiten der Prozessmodellierung (Abbildung 2). Die verschiedenen Abhängigkeiten und Verbindungen der einzelnen Prozessaktivitäten werden mit Hilfe von Balkendiagrammen und Flussdiagrammen dargestellt. Um zeitliche Vorgänge abzubilden, werden meist Netzpläne verwendet, die ihren Ursprung in der mathematischen Graphentheorie haben. Um die Strukturen der Teilprozesse (z. B. serielle, parallele, iterative Abläufe) besser erkennen zu können, eignet sich am besten die Containerdarstellung.

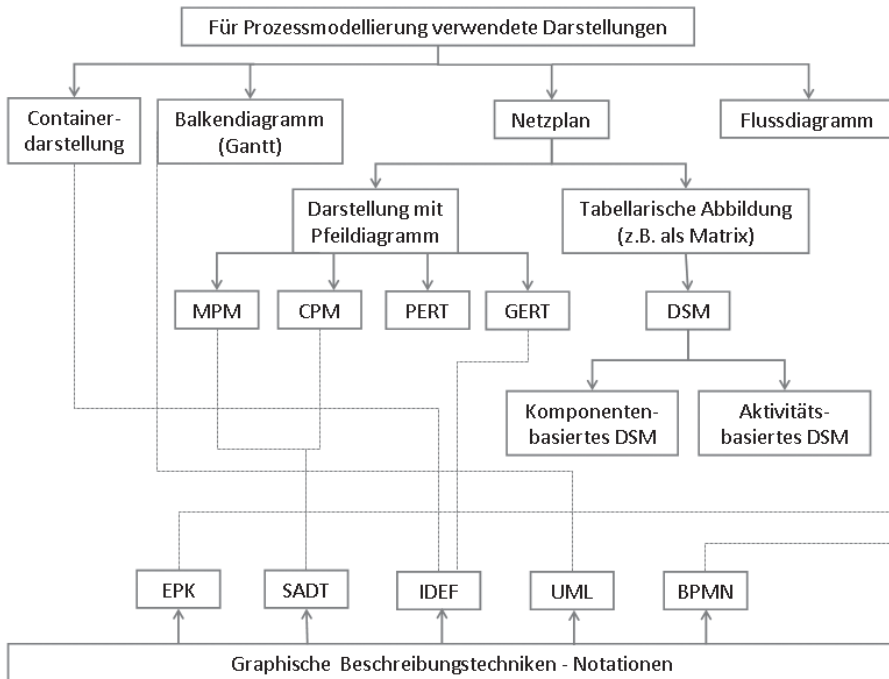


Abbildung 2: Für Prozessmodellierung verwendete Darstellungen und Notationen

2.1 Balkendiagramm

Beim Balkendiagramm (Abbildung 3) handelt es sich um eine grafische Darstellung der Ergebnisse der Ablauf- und Terminplanung eines Projektes oder eines Projektteilbereichs, in der die relevanten Objekte, z.B. Vorgänge oder Aktivitäten, mit horizontal liegenden, zeitlich geordneten Balken gekennzeichnet werden. Deren zeitliche Lage wiederum kann meist intuitiv erschlossen werden oder aber auch aus einem Netzplan abgeleitet werden (Schelle 2005, Motyel 2006)).

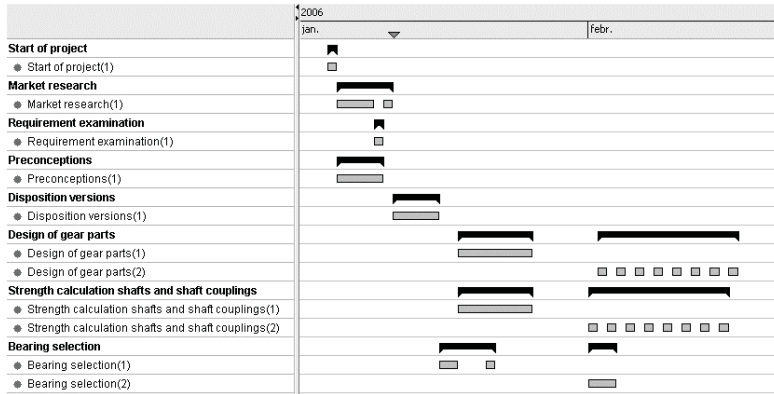


Abbildung 3: Balkendiagramm (Rick 2007)

2.2 Netzplantechnik

Werkzeuge der Netzplantechnik sind Verfahren, die das Planen, Strukturieren, Steuern und Regeln von komplexen Prozessen ermöglichen. Grundsätzlich haben diese ihren Ursprung im Projektmanagement. Weiterhin lassen sich mit Netzplänen Projektablaufe effizient planen und darstellen. Dabei gibt es verschiedene Netzplanformen, die wiederum nur Varianten eines einheitlichen Grundmodells sind (Schwarze 1994).

Zur graphischen Repräsentation von Netzplänen werden meist Pfeildiagramme verwendet. Jedoch ist es auch möglich, diese mit Hilfe tabellarischer Abbildungen zu interpretieren, die den Prozess bzw. Projektablauf beschreiben, die die einzelnen Vorgänge charakterisieren und die Reihenfolge bzw. Abhängigkeiten von Ereignissen oder Tätigkeiten aufzeigen (Jankulik 2005).

Bei der weiteren Charakterisierung von Netzplänen ist es wichtig, die Zeitplanung zu berücksichtigen. Jedoch darf niemals die Struktur der Prozessaktivitäten vernachlässigt werden. Zur Unterscheidung werden in diesem Beitrag folgende Unterkategorien verwendet:

- deterministische Verfahren
- stochastische Verfahren

Bei deterministischen Verfahren werden die geplanten Zweige bis zum Ende des Prozesses abgelaufen. Beispiele hierfür ist die Meta Potential Method (MPM), die Critical Path Method (CPM) und deren Variationen.

Der genaue Ablauf eines stochastischen Verfahrens lässt sich nicht definitiv vorhersagen. In diesen Systemen hat jeder einzelne Schritt eine Auswirkung auf die Richtung und Zeitdauer des späteren Ablaufs des Projektes. Die »Program Evaluation and Review Technique« (PERT) modelliert die Aufgabenzeiten mit einer Zufallsvariable (meist über eine Beta-Verteilung).

Eine weitere Art der stochastischen Netzplantechnik benutzt Entscheidungspunkte nach einzelnen Schritten. Diese Form des Netzplanes wird Entscheidungsnetzplan genannt. Eine Besonderheit dieses Netzplanes ist, dass mindestens eine ODER-Bedingung vorhanden sein muss. Das führt zu einer stochastischen Ablaufstruktur, d.h. einige Vorgänge werden unter Umständen nicht ausgeführt. An den Ausgängen können für weiterführende Wege bestimmte Wahrscheinlichkeitswerte zugeordnet werden. Bei der Realisierung des Projekts müssen allerdings nicht alle Wege durchlaufen werden (DIN 69900). Mögliche Vertreter dieser Methode ist z.B. die Graphical Evaluation and Review Technique (GERT), die jedoch Schleifen enthalten kann (Motyl 2006), und Netzpläne, die auf Petri-Netze basieren (Generalized Asymmetric Nets (GAN)).

2.3 Design Structure Matrix (DSM)

Bei früheren Arbeiten zur Systemmodellierung wurden häufig Graphen genutzt. Jedoch bei der Modellierung und später auch Optimierung komplexer Systeme gewinnt die DSM-Matrix immer mehr an Bedeutung.

DSM ist eine Matrizendarstellung eines gerichteten Graphs (die Matrix enthält nur Nullen und Einsen). Dabei handelt es sich um eine $m \times m$ quadratische Matrix, bei der m der Anzahl der Elemente ist. Mit Hilfe dieser Darstellung kann man gut das Vorhanden- bzw. Nichtvorhandensein von Relationen zweier Prozessaktivitäten repräsentieren und Zyklen und Iterationen darstellen. Außerdem lässt es sich

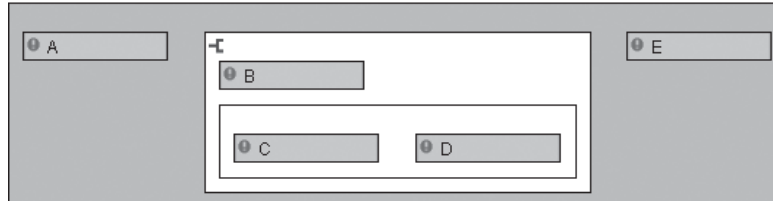


Abbildung 4: Beispiel einer Containerdarstellung

besonders gut in andere Darstellungen überführen bzw. kann gut aus anderen Darstellungen erzeugt werden.

Hinsichtlich der Produktentwicklungsprozesse können zwei Typen der DSM-Matrix hervorgehoben werden:

- Die komponentenbasierte DSM beschreibt die Interaktionen zwischen den Elementen in einem komplexen Produkt mit der Berücksichtigung der Geometrie, Strömung der Energie, der Information und des Materials. Von diesem Typ kann man die aktivitätsbasierte DSM ableiten.
- Die aktivitätsbasierte DSM zeigt die Abhängigkeit der Arbeitsschritte von verschiedenen Konstruktionselementen. Der Austausch von Informationen kann daher als ein Graph oder mit Hilfe einer DSM beschrieben werden.

2.4 Containerdarstellung

Das Prinzip der Containermodellierung (Abbildung 4) ist, dass die sequentiellen, parallelen, iterativen oder alternativen (Teil-) Prozesse eine Gruppe bilden können, den sogenannten Container. In diesen Containern werden Prozessaktivitäten mit den dazugehörigen prozessrelevanten Daten und Informationen eingefügt. Die Container können wiederum andere Container enthalten oder in anderen, größeren Containern enthalten sein. Häufig benutzte Containerkonstrukte können in einer Teilprozessbibliothek abgelegt werden und jederzeit an einer beliebigen Stelle in jedem Prozessmodell wieder verwendet werden.

2.5 Notation der graphischen Beschreibungstechniken

Für die Beschreibung der Prozessmodelle gibt es unterschiedliche Sprachwerkzeuge, die auf bestimmten Netztypen basieren und jeweils eigene Symbole und Notationen verwenden. Darunter fallen:

- SADT – Structured Analysis and Design Technique (Marca 1988)
- IDEF – Integrated Definition ((Kim et al. 2001, Smith, Smith 1977))
- UML – Unified Modeling Language) (Harel 1987)
- BPMN – Business Process Modeling Notation) ((Freund & Rücker 2010, Palluch & Wentzel 2012)
- EPK – Ereignisgesteuerte Prozesskette) (Keller et al. 1992)

3 Anforderung an das Modellierungswerkzeug

Heutzutage sind die Produktentwicklungsprozesse dynamischer geworden. Die Modellierung muss diese Tendenz nachverfolgen können. Im Umfeld der Entwicklung komplexer Systeme kann es Probleme bei der Einhaltung von zeitlichen und finanziellen Rahmenbedingungen geben. Um diese Größen einzuhalten, kann ein Modellierungswerkzeug wertvoll sein.

Die wenigsten Prozesse laufen immer gleich ab. Viel häufiger kommt es vor, dass die durchlaufenden Prozesspfade in den unterschiedlichen Prozessinstanzen variieren, weil bestimmte Dinge eben nur unter bestimmten Umständen zu erledigen sind (Freund & Rücker 2010).

Der Produktentwicklungsprozess soll systematisch und konsequent aufgebaut werden, wobei die eingesetzte Modellierungsmethode und das Modellierungswerkzeug eine bedeutsame Unterstützung darstellen.

Die Anforderungen an ein bestimmtes Modellierungswerkzeug sind wie folgt:

- Die Darstellung der Hauptprozesse und die Abbildung der Nebenprozesse sowie abhängige Verzweigungen und Schleifen sollen nachvollziehbar sein.
- Das Prozessmodell soll mit Hilfe der Datenbank und mit dem Werkzeug erzeugt werden und die realen Prozessabläufe möglichst ähnlich wiedergeben.
- Bei einem beendeten Entwicklungsprojekt soll das verwendete Prozessmodell wieder zur Verfügung stehen, welches man teilweise (Teilprozess oder ganzer Prozess) für andere Problemlösungen benutzen kann. Im Prozessmodell stehen alle Details, die zum erfolgreichen Projekt geführt haben.
- Bei geeigneter Dokumentierung sind die geeigneten Prozesse zu finden, die als Basis für die gegebene Entwicklungsaufgabe dienen können. Dazu ist es nötig, eine Wissensbasis auszuarbeiten. Die Teilprozesse kann man in Bibliothekssystemen speichern, um die Suche und die Wiederbenutzung zu erleichtern. In der Bibliothek werden die Prozessmodelle mit eigenen Kennzeichen versehen, welche abrufbar und für den weiteren Verbrauch veränderbar sind.
- Das Prozessmodell aus der Bibliothek soll zum aktuellen Prozess flexibel anpassbar sein.
- Man muss viele Prozesse verstehen und deren Ähnlichkeiten (beispielsweise über Mustervergleiche) bestimmen, damit man aus allgemeinen Bausteinen das neue Prozessmodell bekommen kann.
- Das Modell soll kontinuierlich änderbar sein, da Details oft erst während der Produktentwicklung klarwerden.
- Die Anforderung eines Unternehmens an ein Modellierungswerkzeug ist, dass dieses in die vorhandene Systemlandschaft des Unternehmens einfach eingebettet werden kann.

Für jegliche Art von Prozessen soll es möglich sein, eine allgemeingültige Software zu erstellen, die es bei unterschiedlichem Charakter ermöglicht, in verschiedenen Unternehmen Prozesse zu modellieren.

4 Vor- und Nachteile der am häufigsten benutzten Modellierungsdarstellungen

Vorgangspfeil-Netzpläne, wie z. B. CPM, können zur Anwendung kommen, wenn das Projekt einfache Anordnungsbeziehungen besitzt, die selten geändert werden müssen. CPM-Netzpläne sind für Kosten- und Einsatzmittelplanung weniger geeignet. Vorgangsknoten-Netzpläne, z. B. MPM, haben den Vorteil, dass den Vorgangsknoten viele unterschiedliche Informationen zugeordnet werden können. Ein weiterer Vorteil ist, dass sie sich relativ schnell ändern lassen. Ereignis-Knoten-Netzpläne wie PERT oder GERT sollten bei Projekten verwendet werden, bei denen die Vorgänge wie in den meisten Entwicklungsprozessen entweder zeitlich oder strukturell nicht genau vordefiniert werden können (stochastische Netzplanmethode).

Die DSM-Methode bietet die Möglichkeit, sequentielle und parallele Aktivitäten zu modellieren, und nebenbei voneinander abhängige Beziehungen der Aufgaben zu beschreiben. Die DSM integriert die Elemente von Netzplantechnik und in bestimmten Fällen die Elemente der Kostenplanung. Des Weiteren ist von der DSM-Methode einfach ein Gantt-Diagramm abzuleiten. An DSM basierend ist es einfach, eine Aufgabenreihenfolge zu suchen, die in Bezug auf den Zeitaufwand und die Kosten optimal ist.

Die Notationen der graphischen Beschreibungstechniken bieten vielfältige Darstellungsmöglichkeiten und sind daher wegen ihrer einfachen Nutzung sehr beliebt.

Der Nachteil von SADT ist, dass diese Notation wegen der graphischen und hierarchischen Abbildung (an einem gegebenen Seitenformat ist nur ein begrenzter Platz für Boxen und Symbole vorhanden) nicht übersichtlich und deshalb schwer zu handhaben und zu modifizieren ist.

Nachteil der IDEF ist, dass er hauptsächlich nur für sequentielle Prozesse geeignet ist. Prozesse, die Parallelitäten und Zyklen enthalten, sind nur dann modellierbar, wenn diese ausgerollt sind bzw. wenn die zuvor modellierten Vorgänge in tiefere Ebenen auf sequentielle Prozesse weiter zerlegbar sind.

Obwohl das UML ein anerkannter Modellierungsstandard ist, wird es häufig kritisiert, weil die Handhabung zu kompliziert ist und Mehrdeutigkeiten sowie Widersprüche auftreten können.

Gegenüber anderen Notationen ist die Bedeutung der BPMN-Notation exakt definiert. Leider ist es oftmals schwierig, verständliche und übersichtliche Prozessmodelle zu erstellen, da die korrekte und vollständige Darstellung gemäß BPMN oftmals recht viele Details erfordert (Freund & Rücker 2010).

Der Nachteil von EPK ist, dass diese auf Ereignissen basiert, aber Prozessaktivitäten. Das Ziel ist es daher, eine vorgegebene Modellierungssprache mit dem eigenen Metamodell der Autoren dieses Beitrages zu verknüpfen.

Vorteilhaft wäre ein Prozessmanagementwerkzeug, das

- für die Prozessplanung eine mit BPMN kombinierte Flussdiagrammdarstellung,
- für die Konsistenzprüfung eines Prozesses eine Containermodellierung und
- für Zeiten-, Kosten- und Risikovorhersagen gerade bei iterativen und alternativen Abläufen eine DSM

bietet. Damit kein Übertragungsverlust von Prozessinformationen erfolgt, müssen hierzu Regeln für die Konvertierung zwischen den eben drei genannten Modellierungsmethoden gefunden werden. Um später gleiche oder ähnliche Teilprozesse zu identifizieren, werden diese (unabhängig von der Modellierungsmethode) in Prozessbibliotheken gespeichert und auf spezifische Bedürfnisse angepasst, sowie eine neue oder geänderte Produkthanforderung erfolgt ist. Gerade in der heutigen schnelllebigen Wirtschaftslage wird es zunehmend wichtiger, dass sowohl der Zeit-, Ressourcen- und Kostenbedarf des Entwicklungsprozesses als auch die Risiken einer Produktentwicklung mit entsprechender Genauigkeit abschätzbar ist.

5 Konzept des Modellierungswerkzeugs

Es darf nicht übersehen werden, dass Erstellung und Pflege der Prozessmodelle einen nicht zu vernachlässigenden Aufwand erfordert. Aus diesem Grund sollte bei der Modellierung mit Augenmaß gearbeitet und nicht zu sehr detailliert vorgegangen werden.

Bei der Ausarbeitung der Modellierungsmethode muss sich vor Augen gehalten werden, dass das Werkzeug möglichst alle Anforderungen erfüllt, unterschiedliche Ansichten für die Modellierung ermöglicht und in derselben Zeit die Vorteile der Modellierungsmethode vereinigt. Das Ergebnis ist ein Trialwerkzeug (Abbildung 5), bei dem eine DSM-Matrix, ein Diagramm mit BPMN-Symbolen und ein Containermodell zu einem Prozessmodellierungswerkzeug verbunden werden.

Aus Erfahrung hat sich gezeigt, dass die Containermodellierung einerseits eine sehr gut strukturierte Prozessdarstellung (siehe Abschnitt 2.4) bietet, andererseits vom Benutzer während der Prozessaufnahme allerdings schwierig zu handhaben ist.

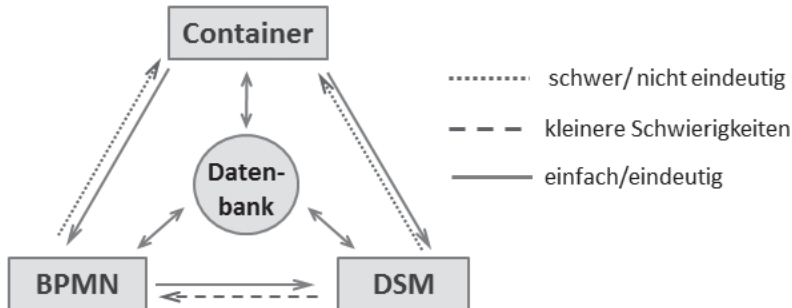


Abbildung 5: Schnittstellen zwischen den drei Darstellungen des Prozessmodells

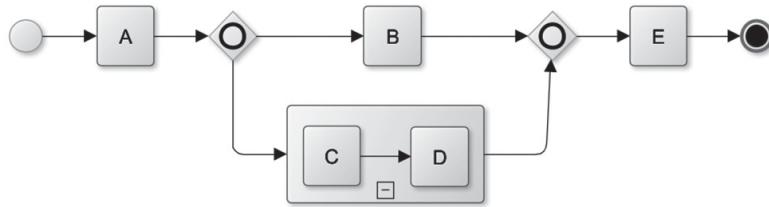


Abbildung 6: Diagramm mit BPMN-Darstellung

Daher bietet es sich an, den BPMN 2.0-Standard zu benutzen. BPMN verfügt neben mit Pfeilen verbundenen Aktivitätselementen auch über Teilprozess-Symbolelemente, die aus Übersichtlichkeitselementen aus- und zugeklappt werden können.

Das BPMN-Diagramm (Abbildung 6) ist ein Vorgangsknotennetz mit unterschiedlichen Gateways, die die Verzweigungen, parallele oder alternative Abläufe ermöglichen. Als Notation werden die genormten Symbole der BPMN genutzt. Diese graphische Beschreibungstechnik ermöglicht auch die Darstellung von stochastischen Abläufen. Bei der Modellierung werden die drei Gateways (Datenbasiertes exklusiven Gateway (XOR), Inklusives Gateway (OR) und Paralleles Gateway (AND)) angewendet. Mit deren Hilfe sind die Alternativen und parallelen Elemente darstellbar. Bei einem exklusiven Gateway kann nur eine Alternative eintreten, die sich gegenseitig ausschließt. Das Gateway kann verzweigt und zusammenführend sein. Das inklusive Gateway kann eine Und-Oder-Situation beschreiben, bei der entweder ein, mehrere oder auch alle ausgehende Pfade gleichzeitig durchlaufen können. Die kombinierte Wirkung wird auch genutzt, wenn die Pfade wieder zusammenlaufen. Manche Aktionen müssen nicht erst beginnen, wenn die anderen fertig sind, sondern beide (oder auch mehrere) lassen sich gleichzeitig erledigen. Dafür gilt das parallele Gateway, das sowohl parallelisierend und auch synchronisierend funktioniert. Die Parallelisierung bedeutet nicht, dass die Aufgaben zwangsläufig gleichzeitig ausgeführt werden müssen (Freund, Rücker 2010).

Während der Prozessmodellierung wird weder in der Containermodellierung noch mit BPMN die Anzahl möglicher Iterationsläufe und den wahrscheinlichsten Weg von möglichen Prozessalternativen festgehalten. Dies erfolgt erst in einer Prozesssimulation, wenn die Durchlaufzeit und die Kosten des Prozesses ermittelt werden sollen. Kommt man nach einer Prozesssimulation zu dem Schluss, dass die Prozessstruktur optimiert werden soll, ist es sehr schwierig, diese Strukturen in der Container- und BPMN-Darstellung aufzubrechen. Daher wird eine Zwischenstufe benötigt, die dieses Aufbrechen einfach ermöglicht. Dies erfolgt mit der DSM-Matrix, die mit voller Genauigkeit die Beziehung der einzelnen Elemente des Prozesses definiert und abbildet. Sie behandelt die Zyklen und Rückkopplungen eindeutig und einfach. Mit der Ergänzung ist es möglich, die Alternativen im Prozess abzubilden.

In der DSM-Matrix (Abbildung 7) werden alle Alternativen aufgelistet. Diese werden als Bruchzahl dargestellt. Z.B. kann bei drei Alternativen der Wert 1/3 möglich sein. Dieser Wert hat nichts mit der Wahrscheinlichkeit des Eintretens des Alternativen zu tun. Die aktiven Alternativen werden später ähnlich wie die parallelen Elemente behandelt.

	A	B	C	D	E
A		1/2	1/2		
B					1/2
C				1	
D					1/2
E	3				

Abbildung 7: Erweiterte DSM-Matrix

Der Durchgang zwischen den drei Darstellungen ist assoziativ. Es ist möglich, die Prozessdaten in alle Darstellungen einzugeben, und es wird danach zu anderen Darstellungen konvertiert. Jede der drei Darstellungen haben ihre Vor- und Nachteile. So ist es auch nicht möglich, alle Prozessinformationen in allen Darstellungen genauso zu erstellen. Deshalb wird das Trialwerkzeug genutzt. So ist es möglich, alle Informationen in der besten Darstellung bearbeiten und den späteren Zeit- und Ressourcenbedarf schätzen oder eine Optimierung durchführen zu können.

6 Zusammenfassung

Mit graphischer Darstellung, wie z.B. BPMN, kann die Prozessstruktur mit Verbindungspfeilen einfach dargestellt werden. Jedoch sind die Teilprozessstrukturen in dieser Darstellungsart, insbesondere bei parallelen Prozessen, teilweise schwer erkennbar. Dieser Nachteil wird durch die Containermodellierung (ein Container beinhaltet eine serielle, parallele, iterative oder alternative Prozessstruktur) ausgeglichen, da klar erkennbar ist, welche Prozessergebnisse beim Verlassen eines Containers vorliegen. Diese Modellierungsmethode hat aber den Nachteil, dass bei iterativen oder alternativen Abläufen zusätzliche Container definiert werden müssen, um zu wissen, ob serielle, parallele, iterative oder alternative Prozessstrukturen darin enthalten sind. Iterative Abläufe können bei der BPMN sehr unübersichtlich und nicht eindeutig dargestellt werden, da gerade bei ineinander verschachtelten iterativen Abläufen nicht erkennbar ist, wo der Anfang eines iterativen Teilprozesses ist. Dieser Nachteil wird wiederum durch DSM ausgeglichen, da man mit DSM die Beziehungen zwischen den einzelnen Elementen eindeutig angeben und so eine klare Prozessstruktur darstellen kann. Es ist nicht zu erwarten, dass die Elemente sofort in der richtigen Reihenfolge (aus Sicht der Zeit, Ressourcen und Kosten) aufgeschrieben werden. Mit DSM ist die Neuordnung der Prozesselemente zum Einhalten von Zeit-, Ressourcen- und Kostenzielen möglich.

Literaturverzeichnis

- Bullinger, H.-J., Spath, D., Warnecke, H.-J., Westkämper, E. (Hrsg.): Handbuch Unternehmensorganisation, Strategien, Planung, Umsetzung; 3., neu bearbeitete Auflage, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2009,
- DIN 69900 Teil 1: Projektwirtschaft – Netzplantechnik – Begriffe (08/1987)
- Freisleben, D.: Gestaltung und Optimierung von Produktentwicklungsprozessen mit einem wissensbasierten Vorgehensmodell, Diss. Universität Magdeburg, 2001
- Freund J., Rücker, B.: Praxishandbuch BPMN 2.0, 2. Aktualisierte Auflage, Carl Hanser Verlag München Wien 2010.
- Harel D.: State charts: A Visual Formalism for Complex Systems, Science of Computer Programming, 1987. vol.8(3), pp.231–274
- Harrington, J. H.: Business Process Improvement: The Breakthrough for Total Quality, Productivity and Competitiveness, New York, McGraw-Hill, 1991
- Jankulik E., Kuhlang P., Piff R.: Projektmanagement und Prozessmessung, Die Balanced Scorecard im projektorientierten Unternehmen, Publicis Corporate Publishing, Erlangen, 2005, pp. 75–77
- Keller G., Nüttgens M., Scheer A.-W.: „Semantische Prozeßmodellierung auf der Grundlage Ereignisgesteuerter Prozeßketten (EPK)“. Veröffentlichungen des Instituts für Wirtschaftsinformatik, Universität des Saarlandes, Heft 89, 1992
- Kim C-H., Yim, D-S., Weston R. H.: An Integrated use of IDEF0, IDEF3 and Petri net methods in support of business process modelling, Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part E: Journal of Process Mechanical Engineering, vol.215(4), 2001, S. 317–330
- Kocsondi, A.: Modell-módszer: A modellek helye és szerepe a tudományos megismerésben. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1976
- Marca D. A., McGowan C. L.: Structured analysis and design technique: SADT, McGraw-Hill, New York, 1988
- Miller, L. C. G.: Business Process Re-engineering: A Management Handbook. Seattle, WA (USA): Eigenverlag 1994
- Motyel, E.: Projektmanagement Lexikon, Begriffe der Projektwirtschaft von ABC-Analyse bis Zwei-Faktoren-Theory, Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim, 2006.
- Pahl, G., Beitz, W.: Konstruktionslehre, Springer Verlag, Berlin. 1986
- Palluch, J., Wentzel P.-R.: Prozess-Modellierungssprachen: Eine Übersicht, Method Park Software AG, www.methodpark.de, 23.01.2012
- Prechtl, P., Burkard F.-P.: Metzler Lexikon: Philosophie. Begriffe und Definitionen, Verlag J. B. Metzler, Stuttgart

- Rick, T.: Gépipari terméktervezési folyamatok erőforrás és költségszempontú optimalása a termékstruktúra figyelembevételével, Dissertation, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Gépszerkezettani Intézet, Budapest, 2007
- Saatkamp, J.: Business Process Reengineering von Marketingprozessen – Theoretischer Bezugsrahmen und explorative empirische Untersuchung, Dissertation, Universität Erlangen-Nürnberg, GIM Gesellschaft für Innovatives Marketing e.V., Nürnberg 2002
- Schabacker, M.: Bewertung der Nutzen neuer Technologien in der Produktentwicklung, Dissertation, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Integrierte Produktentwicklung, Band 1, 2001
- Schelle, H., Ottmann, R., Pfeiffer, A.: Projektmanager. GPM-Selbstverlag, Nürnberg, 2005
- Schwarze, J.: Netzplantechnik: eine Einführung in das Projektmanagement; 7., vollst. Überarb. Aufl. – Herne; Berlin: Verl. Neue Wirtschafts-Briefe, 1994
- Smith J. M., Smith D. C. P.: Database Abstraction: Aggregation, Communications of the ACM, 1977. vol.20(6), pp.405–413
- Staud, J.: Geschäftsprozessanalyse, Ereignisgesteuerte Prozessketten und objektorientierte Geschäftsprozessmodellierung für Betriebswirtschaftliche Standardsoftware, Dritte Auflage, Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2006.
- Vajna, S.: Rechnerunterstützte Anpassungskonstruktion, VDI-Fortschritts-Berichte 10/ 16, VDI-Verlag, Düsseldorf, 1982

Kontakt

Dipl.-Ing. Nikoletta Szélig
 Prof. Dr.-Ing. Prof. h. c. Dr. h. c. Sandor Vajna
 Dr.-Ing. Dipl.-Math. Michael Schabacker
 Institut für Maschinenkonstruktion, Lehrstuhl für
 Maschinenbauinformatik
 Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg
 Universitätsplatz 2.
 39106 Magdeburg
Imi.uni-magdeburg.de